

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-100723

(43)Date of publication of application : 23.04.1993

(51)Int.Cl.

G05B 19/18  
B23Q 15/00  
G05B 19/415

(21)Application number : 03-262210

(71)Applicant : FANUC LTD

(22)Date of filing : 09.10.1991

(72)Inventor : SASAKI TAKAO  
OTSUKI TOSHIKI  
ISHII SEIJI

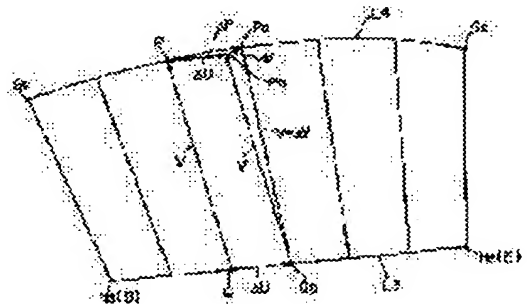
## (54) TOOL LENGTH CORRECTING SYSTEM FOR MACHINE TOOL

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve machining accuracy by controlling a machining path so as to be a straight line in the case linear interpolation is executed in a machine tool provide with a rotary head.

CONSTITUTION: A tool length correction vector  $V$  is calculated for every distribution period in accordance with the angle of an axis of rotation for controlling the inclination of the rotary head, and tool length is corrected based on the calculated tool length correction vector  $V$ .

Besides, the distribution pulse vector  $\Delta U$  of the command path of a tool tip path is calculated by the linear interpolation, and the variation vector  $\Delta V$  of the tool length correction vector  $V$  at every distribution period is calculated in accordance with the angle of the axis of rotation, and the distribution pulse vector  $\Delta P$  of a tool standard position after the correction of the tool length is calculated from the calculated distribution pulse vector  $\Delta U$  of the command path and the variation vector  $\Delta V$ . Thus, when the tool standard position is moved along a moving curve  $L4$ , the actual machining path of the tool tip comes to conform with the command like the straight line  $L3$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.07.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 06.08.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-100723

(43)公開日 平成5年(1993)4月23日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 5 B 19/18		F 9064-3H		
B 2 3 Q 15/00	3 0 7	A 9136-3C		
G 0 5 B 19/415		S 9064-3H		

審査請求 未請求 請求項の数3(全 7 頁)

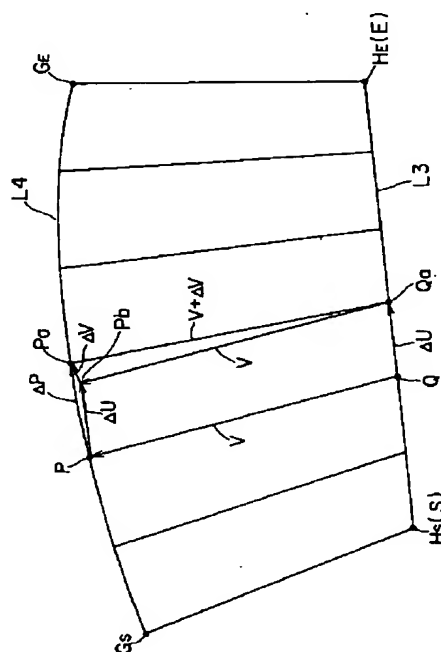
(21)出願番号	特願平3-262210	(71)出願人	390008235 フアナツク株式会社 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地
(22)出願日	平成3年(1991)10月9日	(72)発明者	佐々木 隆夫 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 フアナツク株式会社商品開発研究所内
		(72)発明者	大槻 俊明 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 フアナツク株式会社商品開発研究所内
		(72)発明者	石井 清次 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 フアナツク株式会社商品開発研究所内
		(74)代理人	弁理士 服部 毅巖

(54)【発明の名称】 工作機械の工具長補正方式

(57)【要約】

【目的】 ロータリヘッドを備えた工作機械で直線補間を行った場合に加工経路が直線となるように制御して、加工精度の改善を図った工作機械の工具長補正方式を提供することを目的とする。

【構成】 ロータリヘッドの傾きを制御するための回転軸の角度に応じて分配周期毎に工具長補正ベクトル (V) を算出し、算出された工具長補正ベクトル (V) に基づき工具長を補正する。また、工具先端経路である指令経路の分配パルスベクトル ( $\Delta U$ ) を直線補間によって算出し、上記回転軸の角度に応じて分配周期毎の工具長補正ベクトル (V) の変化量ベクトル ( $\Delta V$ ) を算出し、算出された指令経路の分配パルスベクトル ( $\Delta U$ ) と変化量ベクトル ( $\Delta V$ ) とから、工具長補正がされた後である、工具基準位置の分配パルスベクトル ( $\Delta P$ ) を算出する。これによって、移動曲線 L4 に沿って工具基準位置が移動すると、工具先端の実際の加工経路は直線 L3 のように指令通りになる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1軸の回転軸を持つロータリヘッドを備えた工作機械の工具長補正方式において、ロータリヘッドの傾きを制御するための回転軸の角度に応じて分配周期毎に工具長補正ベクトル(V)を算出し、前記算出された工具長補正ベクトル(V)に基づき工具長を補正することを特徴とする工作機械の工具長補正方式。

【請求項2】 少なくとも1軸の回転軸を持つロータリヘッドを備えた工作機械の工具長補正方式において、工具先端経路である指令経路の分配パルスベクトル( $\Delta U$ )を直線補間によって算出し、前記回転軸の角度に応じて、分配周期毎の工具長補正ベクトル(V)の変化量ベクトル( $\Delta V$ )を算出し、前記算出された分配パルスベクトル( $\Delta U$ )と前記算出された変化量ベクトル( $\Delta V$ )とから、工具長補正がされた後である、工具基準位置の分配パルスベクトル( $\Delta P$ )を算出することを特徴とする工作機械の工具長補正方式。

【請求項3】 前記工具基準位置の分配パルスベクトル( $\Delta P$ )は、前記算出された指令経路の分配パルスベクトル( $\Delta U$ )と前記算出された変化量ベクトル( $\Delta V$ )との和であることを特徴とする請求項2記載の工作機械の工具長補正方式。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は工作機械の工具長補正方式に関し、特に少なくとも1軸の回転軸を持つロータリヘッドを備えた工作機械において工具回転軸がZ軸に対し任意に傾斜しているときに工具長を補正する工作機械の工具長補正方式に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、数値制御工作機械では、複雑な型等を加工するために工具を保持するヘッドが回転できるようになったロータリヘッドを有するものがある。こうしたロータリヘッドを有する工作機械において、工具回転軸がZ軸に対し任意に傾斜しているときには、工具長補正量がその傾斜角の大きさに応じて変化するため、傾斜角の大きさに応じた工具長補正ベクトルを求めて工具長補正を行うようにした工具補正方式が、例えば、特開平3-109606号にて公知である。

【0003】図4は上記補正方式が適用される工作機械のロータリヘッドの概観図である。図中、ロータリヘッド1はY軸に平行なB軸3を中心として回転できるようになっており、また、Z軸に平行なC軸4を中心として回転できるようにもなっている。C軸4の先端には工具5が設けられている。工具オフセット量が零の位置に相当するロータリヘッド1上の工具基準位置をGとし、工具5の先端位置をHとする。

【0004】図5は、上記工具基準位置Gおよび工具先端位置Hの、加工ブロック内での移動の軌跡を示す図である。以下、図4および図5を参照して説明する。上記工具補正方式においては、加工ブロックの終点毎に工具長補正ベクトルVを算出し、その算出された工具長補正ベクトルVによって工具長補正を行って加工ブロック内の始点S及び終点Eでの工具基準位置G<sub>s</sub>、G<sub>e</sub>を算出する。そして、特に直線補間の場合には、そうして算出された2つの工具基準位置G<sub>s</sub>、G<sub>e</sub>間を工具基準位置Gが直線L1に沿って移動するように工具の移動制御が行われる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記工具の移動制御のように、2つの工具基準位置G<sub>s</sub>、G<sub>e</sub>間を工具基準位置Gが直線L1に沿って移動した場合、実際の加工経路となる工具先端位置Hの移動軌跡は図5の曲線L2のようになる。本来、指令された工具経路は、加工ブロック内の始点S及び終点Eでの工具先端位置H<sub>s</sub>、H<sub>e</sub>間を結ぶ直線L3にもかかわらず、実際の工具先端経路は、ロータリヘッドの始点S、終点E間での回転に伴い、曲線L2のようになってしまう。なお、図5に示した曲線L2の曲率は実際よりも少し大きく表現してある。

【0006】従って、指令通りの加工が行われず、ロータリヘッドが加工ブロック内の始点Sと終点Eとの間で大きく回転する場合には加工精度が悪化するという問題点があった。

【0007】本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、ロータリヘッドを備えた工作機械で直線補間を行なった場合に加工経路が直線となるように制御して、加工精度の改善を図った工作機械の工具長補正方式を提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明では上記課題を解決するために、少なくとも1軸の回転軸を持つロータリヘッドを備えた工作機械の工具長補正方式において、ロータリヘッドの傾きを制御するための回転軸の角度に応じて分配周期毎に工具長補正ベクトル(V)を算出し、前記算出された工具長補正ベクトル(V)に基づき工具長を補正することを特徴とする工作機械の工具長補正方式が、提供される。

【0009】また、少なくとも1軸の回転軸を持つロータリヘッドを備えた工作機械の工具長補正方式において、工具先端経路である指令経路の分配パルスベクトル( $\Delta U$ )を直線補間によって算出し、前記回転軸の角度に応じて、分配周期毎の工具長補正ベクトル(V)の変化量ベクトル( $\Delta V$ )を算出し、前記算出された分配パルスベクトル( $\Delta U$ )と前記算出された変化量ベクトル( $\Delta V$ )とから、工具長補正がされた後である、工具基準位置の分配パルスベクトル( $\Delta P$ )を算出することを

しても、実際の工具先端の移動が、ブロック内の始点S及び終点Eでの工具先端位置 $H_s$ 、 $H_e$ 間を結ぶ直線L3に沿って行われるようにするために、工具基準位置Gの加工ブロック内の移動を、曲線L4に沿って行うようにする。この曲線L4は、加工ブロック内の始点S及び終点Eでの工具基準位置である $G_s$ 、 $G_e$ 間を結ぶ曲線であり、工具基準位置 $G_s$ に、分配周期毎に算出した工具基準位置の分配パルスベクトル $\Delta P$ を順次加算することによって得られる。この分配パルスベクトル $\Delta P$ の算出方法を図3に戻って説明する。

【0023】まず、ステップS1の実行の前に、加工ブロックを読み込むことにより下記値を設定する。

工具先端における指令開始位置 $S = (S_x, S_y, S_z, S_b, S_c)$

工具先端における指令終了位置 $E = (E_x, E_y, E_z, E_b, E_c)$

曲線L4上の分配周期毎の工具基準位置 $P = (P_x, P_y, P_z, B, C)$

以上の3位置において、カッコ内の第1項～第3項はX、Y、Z軸の座標値を表し、第4項、第5項はB、C軸の回転位置を表す。以下のベクトルにおいては、各項は上記と同様の各軸でのベクトル成分を表す。

位置Pでの工具基準位置の分配パルスベクトル $\Delta P$ （工具長補正後に相当） $= (\Delta P_x, \Delta P_y, \Delta P_z, \Delta$

$$\Delta U_x^2 + \Delta U_y^2 + \Delta U_z^2 = (F \Delta T)^2 \quad \dots (1)$$

また、指令経路が直線になる、すなわち、直線補間である※ ※ることから下記式が成り立つ。

$$\Delta U_x : \Delta U_y : \Delta U_z = (E_x - S_x) : (E_y - S_y) : (E_z - S_z) \quad \dots (2)$$

上記(1)、(2)式より、 $\Delta U_x$ 、 $\Delta U_y$ 、 $\Delta U_z$ を求める。

$$\Delta U_i : \Delta B : \Delta C = (E_i - S_i) : (E_b - S_b) : (E_c - S_c)$$

ただし、 $i$ はX、Y、Zのうち、 $|E_x - S_x|$ 、 $|E_y - S_y|$ 、 $|E_z - S_z|$ が最大値となるもののサフィックスと同じものを選ぶようにする。【S3】工具長☆

$$\Delta V_i = f_i(B + \Delta B, C + \Delta C) - f_i(B, C) \quad (i = X, Y, Z)$$

【S4】ステップS1で求めた $\Delta U$ およびステップS3で求めた $\Delta V$ を用いて、下記式に基づき、位置Pでの工具基準位置の分配パルスベクトル $\Delta P$ を求める。

$$\Delta P = \Delta U + \Delta V$$

以上の各値の関係は図1に示される。すなわち、位置Qの次の分配周期T後の直線L3上の位置をQaとすると、工具先端位置の分配パルスベクトル $\Delta U$ は、Q、Qa間の線として表せる。また、工具長補正ベクトルVは、位置Qと位置Pとを結ぶ線をして表せる。ここで、Qaから工具長補正ベクトルVに平行かつ同一絶対値のベクトルVを描き、その端点をPbとすると、位置Pと端点Pbとを結ぶ線は、工具先端位置の分配パルスベクトル $\Delta U$ と平行かつ同一絶対値のベクトル $\Delta U$ となる。

【0026】一方、分配周期の今回での工具長補正ベクトルVをQ、P間の線として表すとすると、分配周期の

\* B、 $\Delta C$ )

分配周期毎の指令経路上Qでの工具先端位置の分配パルスベクトル $\Delta U = (\Delta U_x, \Delta U_y, \Delta U_z, \Delta B, \Delta C)$

位置Qでの工具長補正ベクトル $V = (V_x, V_y, V_z, 0, 0)$

位置Qでの工具長補正ベクトルVの変化量 $\Delta V = (\Delta V_x, \Delta V_y, \Delta V_z, 0, 0)$

工具長補正ベクトル $f_i(B, C) = V_i \quad (i = X, Y, Z)$

すなわち、 $V_x = h \sin B \sin C$

$V_y = -h \sin B \cos C$

$V_z = h \cos B$

(hは工具オフセット量。 $V_x$ 、 $V_y$ 、 $V_z$ の算出については特開平3-109606号に詳述あり。)

指令速度F

分配周期 $\Delta T$

以上の値に基づいて以下のステップを実行する。

【S1】位置Qでの工具先端位置の分配パルスベクトル $\Delta U$ を下記のようにして算出する。 $\Delta U$ は工具長補正ベクトルVを含まない各軸の工具長分配パルスベクトルに相当する。

【0024】まず、加工経路上の工具移動速度が指令速度Fになることから下記式が成り立つ。

★【0025】【S2】回転軸の分配パルス $\Delta B$ 、 $\Delta C$ を★30 次式から求める。

☆補正ベクトルVの変化量 $\Delta V$ を、ステップS2で求めた $\Delta B$ 、 $\Delta C$ を用い、下記式に基づき算出する。

次回での工具長補正ベクトル $(V + \Delta V)$ がQa、Pa間の線として表すことができる。位置Paは、位置Pの次の分配周期T後の直線L4上の位置である。そのため、Pb、Pa間の線が工具長補正ベクトルVの変化量 $\Delta V$ に相当し、従って、 $\Delta U$ と $\Delta V$ との和である、位置Pでの工具基準位置の分配パルスベクトル $\Delta P$ は、P、Pa間の線に相当することになる。

【0027】すなわち、工具基準位置の分配パルスベクトル $\Delta P$ は、移動制御対象となる工具基準位置に対する分配周期毎の分配パルスベクトルであり、 $G_s$ 点を始点として分配周期毎に分配パルスベクトル $\Delta P$ に従って工具基準位置を移動すると、その軌跡は曲線L4のようになる。従って、工具の先端位置は、指令経路通りに直線L3に沿って移動することとなる。

【0028】上記の説明では、ロータリヘッドを制御し

て工具を傾斜させることで説明したが、これ以外にテーブルを傾斜させ、相対的に工具をワーク面に対し傾斜させるようにしてもよい。この場合はテーブルを制御する軸の現在位置から工具長の補正ベクトルや分配パルスベクトル $\Delta P$ を計算することになる。

【0029】また、工具の傾斜を制御する軸を2軸としたが、1軸によって工具の傾斜を制御する場合にも同じように本発明を適用することができる。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように本発明では、ロータリヘッドの傾きを制御するための回転軸の角度に応じて分配周期毎に工具長補正ベクトル(V)を算出し、算出された工具長補正ベクトル(V)に基づき工具長を補正する。また、工具先端経路である指令経路の分配パルスベクトル( $\Delta U$ )および分配周期毎の工具長補正ベクトル(V)の変化量ベクトル( $\Delta V$ )を算出し、これらから、工具基準位置の分配パルスベクトル( $\Delta P$ )を算出する。このため、ロータリヘッドを備えた工作機械で直線補間を行った場合に、実際の加工経路を直線とすることができ、加工精度の改善が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明における工具基準位置および工具先端位\*

\* 置の移動の軌跡を示す図である。

【図2】本発明が適用される5軸制御の数値制御装置(CNC)のハードウェアのブロック図である。

【図3】数値制御装置で実行される工具長補正方式の処理プログラムのフローチャートである。

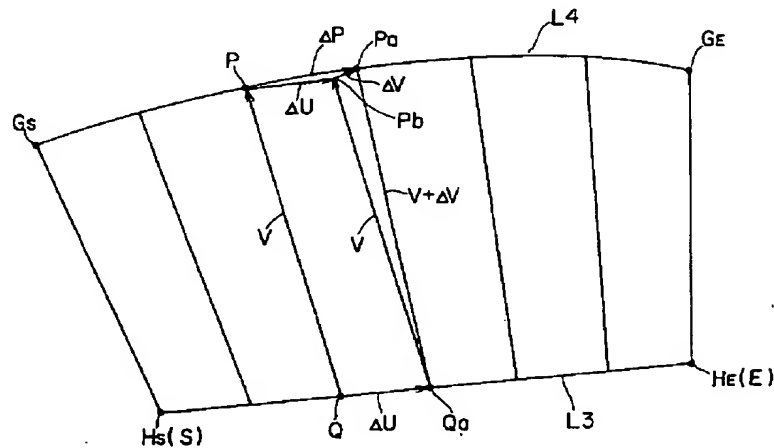
【図4】工作機械のロータリヘッドの概観図である。

【図5】従来の工具基準位置および工具先端位置の移動の軌跡を示す図である。

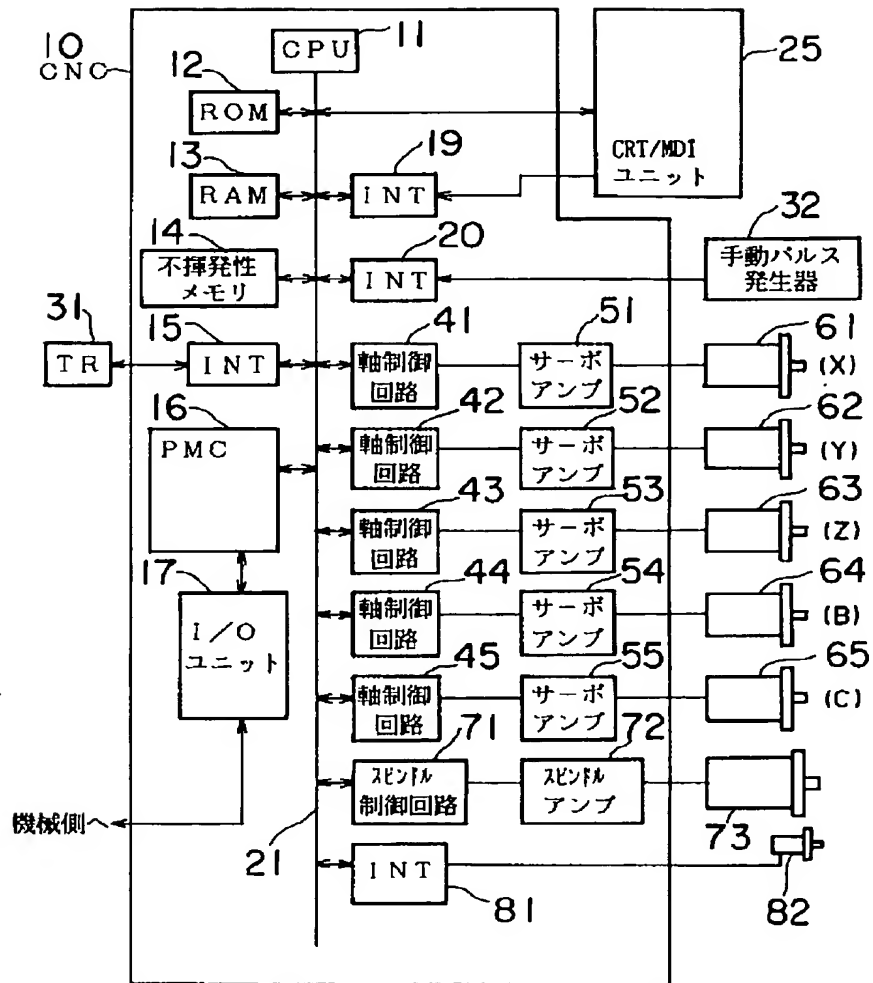
【符号の説明】

- 10  $G_s$  加工ブロック内の始点Sでの工具基準位置
- $H_s$  加工ブロック内の始点Sでの工具先端位置
- $G_e$  加工ブロック内の終点Eでの工具基準位置
- $H_e$  加工ブロック内の終点Eでの工具先端位置
- P 分配周期毎の工具基準位置
- Q 分配周期毎の工具先端位置
- L3 工具先端位置 $H_s$ 、 $H_e$ 間を結ぶ直線
- L4 工具基準位置 $G_s$ 、 $G_e$ 間を結ぶ曲線
- $\Delta P$  工具基準位置の分配パルスベクトル
- $\Delta U$  工具先端経路である指令経路の分配パルスベクトル
- 20  $\Delta V$  分配周期毎の工具長補正ベクトル(V)の変化量ベクトル

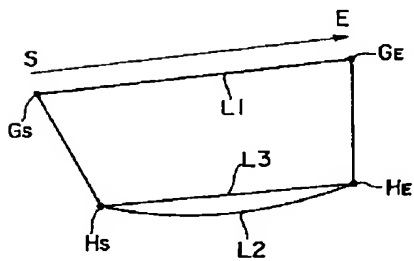
【図1】



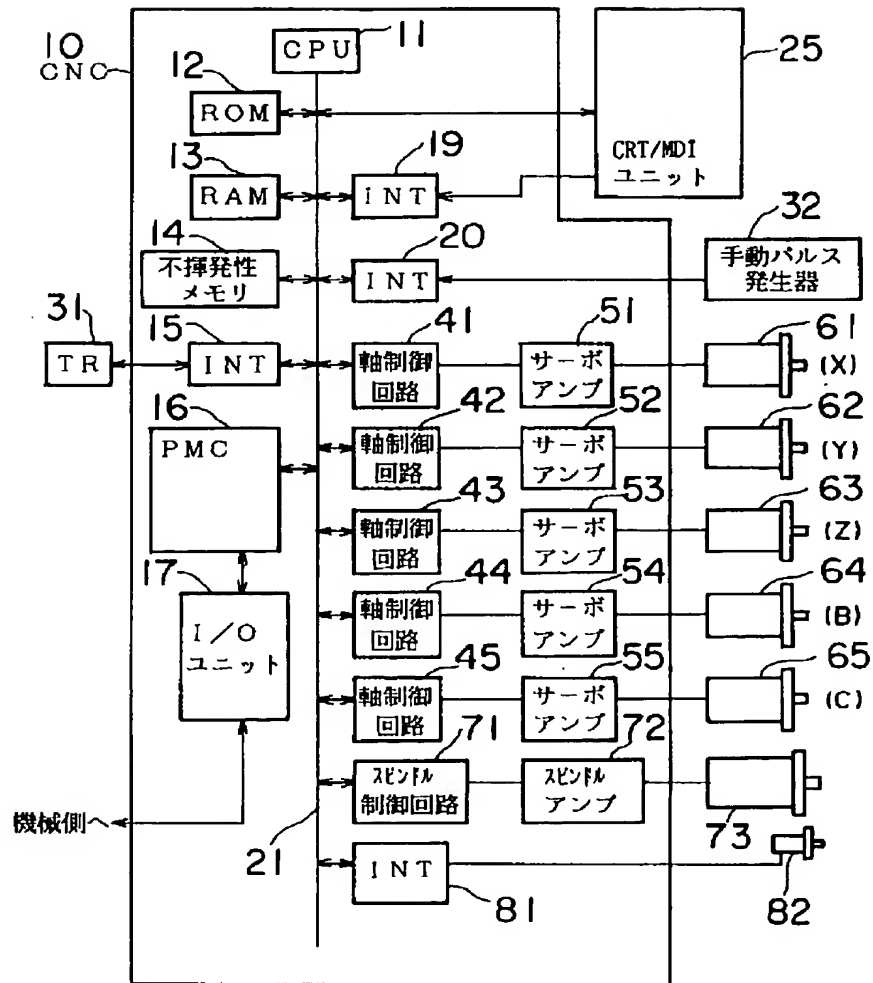
【図2】



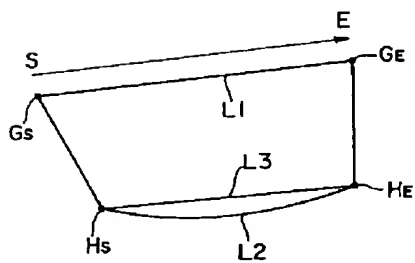
【図5】



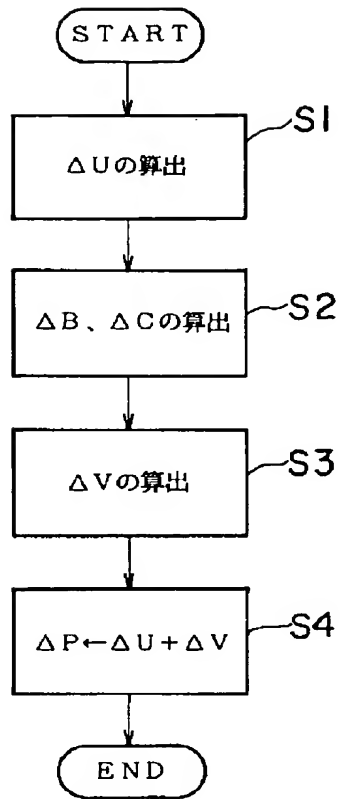
【図2】



【図5】



【図3】



【図4】

